

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

BC

English Abstract for JP 53-118367

Selective diffusion of aluminium into silicon semiconductors - using oxide film as mask to suppress vaporisation, esp. in thyristor prodn.

Patent Assignee: HITACHI LTD (HITA)

Inventor: MOCHIZUKI Y; OGAWA T; OKANO S

Number of Countries: 003 Number of Patents: 005

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 2812658	A	19780928				197840 B
JP 53118367	A	19781016				197846
DE 2812658	B	19800814				198034
US 4290830	A	19810922				198141
JP 82033699	B	19820719				198232

Abstract (Basic): DE 2812658 A

Selective diffusion of Al into a monocrystalline Si semiconductor substrate is carried out with a patterned Al diffusion source layer of given thickness on at least one main surface of the substrate. An oxide film of a given thickness is formed on the diffusion source and the exposed areas of Si substrate and the substrate is subjected to thermal treatment so that the Al diffuses into the Si.

The thickness of the oxide film is selected so that it suppresses vapourisation of the Al and acts as diffusion mask on the exposed Si areas, so that no recrystallisation into a cristobalite structure occurs during thermal treatment.

The doped substrate can be used for the prodn. of thyristors. Selective diffusion into the required areas only is achieved, giving a high dopant concn. profile with high accuracy. The process is simple and rapid and gives a high yield. Layer(s) of Al and Al-Si alloy can be used as source with different thickness and/or compsn. if applied to both sides.

⑨日本国特許庁

⑩特許出願公開

公開特許公報

昭53—118367

⑪Int. Cl.²
H 01 L 21/225

識別記号

⑫日本分類
99(5) B 12

庁内整理番号
6684—57

⑬公開 昭和53年(1978)10月16日

発明の数 4
審査請求 未請求

(全 9 頁)

⑭半導体装置の製法

⑮特 願 昭52—33095
⑯出 願 昭52(1977)3月25日
⑰発 明 者 望月康弘
日立市幸町3丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内
岡野貞夫
同 日立市幸町3丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内
⑱発 明 者 小川卓三
日立市幸町3丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内
⑲出 願 人 株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内一丁目5
番1号
⑳代 理 人 弁理士 原田肇

明 細 書

発明の名称 半導体装置の製法

特許請求の範囲

1. シリコン単結晶基体の少なくとも一方の主面上に所定のパターンでアルミニウム拡散源層を選択的に形成する工程と、前記拡散源層の端縁近傍にクリストバライトが実質的に生成されないように前記基体を加熱して前記パターンにしたがつて前記拡散源層中のアルミニウムを前記基体中へ所定深さにわたって拡散させる工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製法。
2. 特許請求の範囲第1項に記載の製法において、前記アルミニウム拡散源層はアルミニウム層及びアルミニウム—シリコン合金層のうちの少なくとも1つからなっていることを特徴とする製法。
3. シリコン単結晶基体の少なくとも一方の主面上に所定のパターンで、アルミニウム層及びアルミニウム—シリコン合金層のうちの少なくとも1つからなる拡散源層を選択的に形成する工

程と、前記拡散源層の表面及び前記基体の露呈面をそれぞれ所定厚さにわたって酸化させて各々の表面を酸化膜でおおう工程と、前記拡散源層の表面及び前記基体の露呈面が前記酸化膜でそれぞれおおわれた状態において前記基体を熱処理して前記パターンにしたがつて前記拡散源層から前記基体中へアルミニウムを所定深さにわたって拡散させる工程とを含み、前記拡散源層の表面に形成される前記酸化膜の厚さはアルミニウムの蒸発を抑制するに足る厚さであるとともに前記基体の露呈面に形成される前記酸化膜の厚さは実質的にマスク効果を示すには足るが前記拡散時の熱処理でクリストバライトへの結晶化を起すには足らない厚さであることを特徴とする製法。

4. 特許請求の範囲第3項に記載の製法において、前記酸化工程は前記熱処理拡散工程と同時に進行われ、その熱処理は非酸化性ガス中に約0.05～10%の酸素ガスを混入した気相中で行われることを特徴とする製法。

5. 特許請求の範囲第3項に記載の製法において、前記酸化工程は前記熱処理拡散工程の初期の一定期間において前記基体を酸化性雰囲気中にさらすことにより行われ、前記熱処理拡散工程の残余の期間中前記基体は非酸化性雰囲気中におかれることを特徴とする製法。
6. 特許請求の範囲第3～第5項のいずれか1つに記載の製法において、前記拡散源層のパターンは前記シリコン基体の結晶方位に整合した形で形成されることを特徴とする製法。
7. 特許請求の範囲第3～第6項のいずれか1つに記載の製法において、前記拡散源層の厚さは約2 μm 以下であることを特徴とする製法。
8. n型シリコン単結晶基体の両主面にそれぞれ格子状パターンにしたがってアルミニウム層又はアルミニウム-シリコン合金層をたがいに対向するように形成する工程と、前記層の端縁近傍にクリストパライトが実質的に生成されないように前記シリコン基体を加熱して前記層中のアルミニウムを前記パターンにしたがって前記

両主面からそれぞれ内部に突合されるように拡散させることにより前記基体内にpn接合で電気的に分離された複数の島状領域を形成する工程とを含む半導体装置の製法。

9. シリコン単結晶基体の一主面上の第1及び第2の部分にアルミニウム含有量を異にする第1及び第2の拡散源層をそれぞれ所定のパターンで形成する工程と、前記第1及び第2の拡散源層の端縁近傍にクリストパライトが実質的に生成しないように前記シリコン基体を加熱して前記第1及び第2の拡散源層からアルミニウムを前記基体内部に前記パターンにしたがってそれぞれ拡散させることにより深さないし濃度プロファイルを異にする第1及び第2の拡散領域を同時に形成する工程とを含む半導体装置の製法。
10. 特許請求の範囲第9項の製法において、前記第1の拡散源層はアルミニウム層及びアルミニウム-シリコン合金層のうちの1つからなり、前記第2の拡散源層は前記アルミニウム層とは厚さを異にするアルミニウム層及び前記アルミ

ニウム-シリコン合金層とは厚さ又は組成を異にするアルミニウム-シリコン合金層とは厚さ又は組成を異にするアルミニウム-シリコン合金層のうちの1つからなることを特徴とする製法。

発明の詳細な説明

本発明は半導体装置の製造方法に係り、特にシリコン単結晶中へのアルミニウムの選択拡散方法に関する。

一般に、シリコン単結晶中におけるp型ドーパントとしては、ボロン、アルミニウム、ガリウム、インジウム等が知られている。これらのうちアルミニウムはシリコン中での拡散係数が最も大きいため、深い拡散層の形成には非常に有用なドーパントである。これはシリコン中のアルミニウムの拡散係数がボロンのその10数倍、ガリウムのその数倍であり、所定の深さの拡散層を形成するために要する時間がボロンの場合の10数分の1、ガリウムの場合の数分の1で済むためである。またアルミニウムはシリコン中における結晶格子

歪の発生が小さく、他のドーパントとの相互作用が小さい等の利点がある。しかしシリコン中へのアルミニウムの拡散はプロセス装置を構成する上で種々の困難な問題点が多く、またシリコン酸化膜による拡散のマスキング効果を十分に享受できないという問題点もある。

そこで、従来、シリコン酸化膜以外の材料でできた選択マスクを介してシリコン中へアルミニウムを選択拡散するための試みがなされているが、未だ成巧するに至っていない。この場合、マスキング材料としては、シリコン窒化膜、アルミナ等の金属酸化膜、半導体材料、またはそれらの複合膜が提案されている。しかしこれらのマスキング材料は製造方法やフォトエッチングが困難なうえ、拡散中にマスクに亀裂やピンホールが発生しそれに沿ってアルミニウムが拡散してしまったり、マスク材料がアルミニウムと反応して拡散後の処理が困難であるため実用的にはほとんど使用に耐えないものである。

一方、シリコン表面に付着させたアルミニウム

又はアルミニウムを主体とする合金のドットやボタンからシリコン中にアルミニウムをドーブさせる方法が知られている。この方法は温度勾配帯域溶融法とも称され、合金接合形成の技術からの発展したものであつて、“選択拡散法”ではなく、アルミニウムをドーブすべき領域とドーブすべきでない領域との境界のパターンや濃度プロファイルをコントロールするまでには至っていない。

本発明の目的は、シリコン単結晶基体の所望領域にのみアルミニウムを選択的に拡散させるための新規な方法を提供することにある。

本発明の他の目的は、拡散領域と非拡散領域との境界のパターンを所望の形状にコントロールできるとともに拡散領域内の不純物濃度プロファイルを精度よくコントロールできる改良されたアルミニウム選択拡散法を提供することにある。

本発明のさらに他の目的は、シリコン基体内にプロ接合によりアイソレーションされた複数の島状領域をアルミニウムの選択拡散により短時間のうちに歩留りよく形成する方法を提供することにある。

この場合の酸化の程度は拡散パターン精度を良好にするために極めて重要なものであり、拡散処理中に被着層の端縁部分近傍にクリストバライトが実質的に生成されないような軽度のものであるべきである。本願発明者の研究によれば、クリストバライトの生成が所定の拡散パターンを乱す最大の原因の1つであることが明らかにされた。具体的に軽度の酸化を達成するためには、雰囲気中に混入される酸素量を低く制限する方法及び／又はシリコン基体を酸化性雰囲気中にさらす時間を短く制限する方法などを採用しうる。

上記拡散プロセスにおいて、拡散深さや拡散濃度プロファイルはアルミニウム含有被着層の厚さ及び／又は組成により良好にコントロールできることが確認されている。このような性質を利用すれば、複数の被着層の厚さや組成をたがいに異ならせておいて同時熱処理を実行することにより簡単に且つ歩留りよく、深さや濃度プロファイルを異にする拡散領域を得ることができる。

本発明によるシリコン中へのアルミニウムの選

ある。

本発明のさらに他の目的は、シリコン基体内に深さや濃度分布を異にする複数の拡散領域をアルミニウムの選択拡散により可及的に少ない工程数で形成する方法を提供することにある。

本発明の1つの特徴によれば、シリコン単結晶基体中へのアルミニウムの選択拡散は次のようにして実現される。すなわち、所定の拡散パターンに対応した平面パターンでシリコン単結晶基体の一主面上に拡散源としてアルミニウム含有層を被着した後、適当な熱処理を加えて該被着層中のアルミニウムを基体中へ拡散させる。アルミニウム含有被着層は、アルミニウムだけでできていてもよいし、アルミニウム-シリコン合金などであつてもよい。拡散のための熱処理中にアルミニウムが蒸発して不所望の基体表面部分にドーブされるのを防ぐため、かかる熱処理の前又は熱処理中に、前記被着層を有するシリコン基体は、被着層表面と、被着層におおわれずに露呈した基体表面部分とが酸化されるように酸化性雰囲気中にさらされる。

択的拡散プロセスは、各種の半導体装置の製造にあつて適宜有効に利用しうるものであるが、とりわけ深い拡散が望まれる場合、例えばアイソレーション拡散のような場合には有益である。それは先にも述べたようにアルミニウムのシリコン中における拡散係数が極めて大きく、拡散に要する時間が大幅に短縮されるからである。

以下、本発明を添付図面に示す実施例に関して詳述する。

実施例1

第1a図はシリコン単結晶半導体基体11を示す。この単結晶の品位は導電型n型、抵抗率100～110Ω-cm、製法FZ（フローティングゾーン法）、無転位、結晶軸<111>、直径50mm、厚さ500～525μm、鏡面研磨表面仕上げである。第1b図はシリコン半導体基体11の表面にアルミニウム層12を真空蒸着したものを示す。アルミニウムの真空蒸着は純度99.9995%アルミニウム線をソースとして用い、電子ビームで加熱し、蒸着時の圧力は2～3×10⁻⁶Torr、シリ

コン半導体基体の温度は230～250℃、アルミニウム蒸着膜の厚さは $1.0 \pm 0.1 \mu\text{m}$ である。第1c図はアルミニウム層12を通常の写真リソグラフィにより所望のパターンにエッチングしたものを示す。ここではアルミニウム層12の幅を25, 50, 100, 250, 500 μm のストライプにより格子模様を形成した。アルミニウム層12のエッチングにはPANエッチング液(85%リン酸720 ml, 氷酢酸60 ml, 69～71%硝酸30 ml, 水140 mlの混合液、液温75℃)を用いた。第1d図は該シリコン半導体基体11を拡散炉内で加熱し、アルミニウム層12をシリコン半導体基体11中に深く拡散し、拡散領域13及びpn接合14を形成した状態を示す。拡散は1250℃、96時間熱処理した。ここで重要なことは拡散中の雰囲気である。まず酸素気流中(ガス流量1.5 l/min)で拡散した所、シリコン半導体基体の表面に形成されたシリコン酸化膜が、アルミニウム層と接している部分からクラックが発生し、それに沿って拡散の横

ニウム拡散が横方向に進展し、パターン精度が著しく悪くなる。この現象は、アルミニウム蒸着層の厚さやパターンの大きさに関係なく発生する。一方、非酸化性雰囲気として、窒素及びアルゴン気流中(ガス流量それぞれ1.5 l/min)で拡散した所、いずれの雰囲気中でも拡散すべきでない領域にも拡散が生じ、選択拡散にはならなかった。これは非酸化性雰囲気中でアルミニウムが蒸発し、これがシリコン基体中へ気相拡散したためと推定される。一方酸素気流中ではパターン精度は悪いが選択性のある拡散ができたのは、アルミニウム層表面が酸化されて蒸発し難くなったためと、シリコン基体表面に形成されたシリコン酸化膜がアルミニウム拡散のマスキング効果を示すためである。

次にクリストバライトの形成による拡散のパターン精度の低下を防ぎ、またアルミニウムの蒸発抑制及びシリコン酸化膜のマスキング効果を生かす方法を検討した。第一の方法として窒素気流中(ガス流量1.5 l/min)に微量流量計を用いて酸

特開昭53-118367(4)
方向の形状が不規則に広がってしまう。第2a図はこの表面状態の微分干渉顕微鏡写真を示す。ここで黒く見える部分はアルミニウム蒸着した格子状の拡散領域である。この近傍のシリコン酸化膜はクラックが発生しており、これは電子線回折の結果、シリコン酸化膜がクリストバライトに結晶化したものであることが判明した。一般にシリコン半導体に不純物を拡散させる場合において、いわゆるドライブ・イン(押込み)拡散する過程では酸素ガス雰囲気を使用されることが多い。これは拡散中に形成されるシリコン酸化膜を次の拡散(例えばベース拡散後のエミッタ用のリン拡散等)のマスキングとして用いることができるためである。しかしアルミニウムを拡散する場合は、シリコン-シリコン酸化膜境界面におけるアルミニウムの偏析係数が大きいので、形成されるシリコン酸化膜中にアルミニウムが含有され、そのためシリコン酸化膜のクリストバライトへの結晶化を急激に早めると共に、シリコン基体の表面層に大きな歪を与える。このため結晶化の粒界に沿ってアルミ

素ガスをそれぞれ300 ml/min(17%), 165 ml/min(10%), 15 ml/min(1%), 3 ml/min(0.2%), 0.7～0.8 ml/min(0.05%)混入した雰囲気中で拡散した。この結果、いずれの拡散雰囲気においてもアルミニウムの蒸発による拡散すべきでない領域へのアルミニウムの拡散は全く発生しなくなった。しかし酸素17%の拡散雰囲気では、酸素100%の雰囲気の場合と同様シリコン基体表面のアルミニウム層近傍にクリストバライトが発生し、拡散が横方向に不規則に広がっている。これらの結果から、シリコン基体中へのアルミニウム蒸着層からのアルミニウムの拡散は、非酸化性ガス中に0.05～10%の酸素ガスを混入した気流中で実施することがよいことが判明した。

第3a～第3c図には上記のような拡散試料を5°研磨した後ステイニング処理したものの代表例の顕微鏡写真を示してある。第3a図は100%酸素気流中、第3b図は17%酸素気流中、第3c図は1%酸素気流中でそれぞれ拡散したもの

である。ここで写真上部1/3の部分には、黒色部のシリコン表面とアルミニウム層及び酸化膜のクラックが見える。下部2/3の部分は角度研磨してからステイニングした面で暗灰色部がアルミニウムが拡散したp型層である。

一方、第二の方法としてアルミニウムを選択堆積させたシリコン半導体基体の拡散初期の酸化を試みた。1250℃に加熱させた拡散炉中に該半導体基体を挿入して15分間は酸素気流中で、その後95時間45分間酸素気流中で拡散熱処理した。この結果、第一の微量酸素混入雰囲気中の拡散の場合と同様、良好な選択拡散が達成できた。第2a図は拡散初期酸化の方法による拡散後のシリコン基体表面の微分干渉顕微鏡写真を示す。第2a図の酸化性雰囲気中の熱処理に比べて、クリストパライトの形成は全く観察されず、パターン精度も改善されている。

実施例2

シリコン半導体基体上に蒸着するアルミニウム層の厚さについて検討した。工程は実施例1で説

明した第1a～第1d図に示した方法と全く同様であるが、アルミニウム層の厚さをそれぞれ、0.1, 0.3, 1.0, 2.0, 3.0, 8.0 μm とし、拡散の雰囲気は酸素ガス流量1.5 ℓ/min 、酸素ガス流量8 ml/min の混合気流中とした。その結果、アルミニウム蒸着層の厚さが3.0 μm 以上となると、直立させたシリコン基体表面での垂れが発生し選択拡散のパターンが崩れる。この場合アルミニウム蒸着層の垂れは結晶方位に整合した方向に発生する傾向がある。例えば、(111)面においては $\langle 110 \rangle$ 、 $\langle 211 \rangle$ 方向に、(100)面においては $\langle 110 \rangle$ 方向に、(110)面においては $\langle 110 \rangle$ 方向に、(211)面においては $\langle 110 \rangle$ 、 $\langle 111 \rangle$ 方向に垂れが生じやすい。尚、各結晶方位 $\langle 100 \rangle$ 、 $\langle 211 \rangle$ 、 $\langle 111 \rangle$ 、 $\langle 110 \rangle$ においては本発明の方法によるアルミニウムの拡散係数は1250℃において、それぞれ 6.29×10^{-11} 、 6.30×10^{-11} 、 6.49×10^{-11} 、 $6.70 \times 10^{-11} \text{ cm}^2/\text{sec}$ で拡散の面方位依存性は見られない。このためパターン精

度の良い選択拡散するためには、アルミニウム蒸着層の厚さは2 μm 以下が適当であり、またパターンの配層を結晶方位に整合させることが良いことが判る。

またシリコン基体中へのアルミニウム拡散深さや拡散濃度はアルミニウム蒸着層の厚さによつて異なることが確認された。第4図及び第5図はアルミニウム蒸着層の厚さと、1250℃、96時間熱処理した時の拡散深さとの関係及び拡散濃度との関係をそれぞれ示す。この結果、拡散深さや拡散濃度はアルミニウム蒸着層の厚さで制御できることが判る。しかしアルミニウム蒸着層の厚さが薄い場合はバラツキが大きい。これは微小厚さの蒸着厚さコントロールが難しく、測定上の誤差も大きいためである。そこでシリコン・アルミニウム合金をソースとして真空蒸着した。この結果、シリコン・アルミニウム共晶合金を用いた場合は、成分中のアルミニウム濃度に換算して、それと等量のアルミニウムを用いた場合と、同等の拡散濃度、拡散深さが得られ、しかも、バラツキが少な

い。

実施例3

本発明によるシリコン半導体基体中へのアルミニウムの選択拡散法をpn接合分離用の絶縁分離(アイソレーション)拡散に適用した例を説明する。導電型n型、抵抗率100～110 $\Omega\text{-cm}$ 、結晶方位(111)面、製法FZ、無転位、厚さ $520 \pm 10 \mu\text{m}$ 、直径50～53.5 mm のシリコン半導体基体の両主面上にアルミニウムを1.0 μm の厚さに真空蒸着した。通常の写真リソグラフィによりアルミニウム層を幅200 μm のストライプ、ピッチ5.6 mm の格子状に残してそれ以外の部分をエッチング除去した。ストライプの方向は $\langle 110 \rangle$ 及び $\langle 211 \rangle$ 方向とした。拡散は酸素ガス流量1.5 ℓ/min 、酸素ガス流量8 ml/min の混合気流中で、1250℃に加熱処理した。110時間の熱処理により両主面からの拡散層が貫通しn型シリコン基体を複数個のpn接合分離された島状領域に絶縁分離することができた。

150時間の熱処理後、シリコン中に拡散したア

ルミニウムの最大濃度は 2×10^{18} atoms/cm³,
ウェハ中央部の最低濃度は 2×10^{16} atoms/cm³
である。この両主表面をエッチング後パシベーシ
ョン用ガラス膜を焼成し、分離された n 型シリコ
ン島状領域間の分離耐電圧を測定した所最大 2.6
KV, 平均 2.2 KV を示した。

実施例 4

本発明によるシリコン半導体基体中へのアルミ
ニウムの選択拡散法を単一モートセミプレーナ型
サイリスタに適用した例を第 6 a ~ 第 6 f 図を用
いて説明する。第 6 a 図はシリコン半導体基体
51 を示す。この品位は導電型 n 型、抵抗率 53
Ω-cm, 製法 FZ, 無転位, 結晶方位 (111)
面, 厚さ 230 μm, 直径 50 mm である。第 6 b 図
はシリコン半導体基体 51 の両主表面上にそれぞれ
アルミニウムを厚さ 1.0 μm 真空蒸着し、フォト
エッチングしてアルミニウム層 52 a, 52 b を
形成したものである。このアルミニウム層 52 a,
52 b はそれぞれ p n 接合分離のための選択拡散
のソースとなるもので、 $\langle 110 \rangle$ 及び $\langle 211 \rangle$

各領域の厚さは n エミッタ領域 56 が 9 μm, p
ベース領域 55 a が 3.6 μm, n ベース領域 51 A
が 14.0 μm, p エミッタ領域 55 b が 4.5 μm
である。第 6 f 図は、モート 58 をエッチングに
より形成し、そこにパシベーション用ガラス 59
を焼付け、更にそれぞれカソード及びゲート電極
としてアルミニウム層 60 a, 60 b を、アノー
ド電極として金・ガリウム合金層 61 をそれぞれ
真空蒸着により形成したものである。その後 p n
接合分離用のアルミニウム選択拡散領域で線 X-X
に沿ってベレタイズし、得られたベレットを支
持板にボンディングした後、電極をそれぞれのリ
ードにワイヤボンディングし、しかる後ベレット
及びリードの所定部分を樹脂モールドしてサイリ
スタを完成させた。このサイリスタは順方向阻止
電圧 1.1 KV, 逆耐電圧 1.0 KV, オン状態電圧
(100 A/cm²) 1.0 V の特性が得られた。

以上詳述した様に本発明の方法によれば、シリ
コン半導体基体中に精度よくアルミニウムを選択
拡散させることができる。

特開昭53-118367(6)

方向に直交する格子状のパターンである。第 6 c
図は上記のアルミニウム層 52 a, 52 b を選択
付着したシリコン半導体基体 51 上にアルミニウ
ム・シリコン合金を厚さ 0.6 μm 真空蒸着し、一
主面側のもののみをフォトエッチングしてアルミ
ニウム・シリコン合金層 53 a, 53 b をそれぞ
れ形成したものである。

第 6 d 図は、第 6 c 図の状態の基体を 1250℃,
14 時間、窒素-酸素 (0.5%) 混合気流中で熱
処理し、アルミニウム層 52 a, 52 b 及びアル
ミニウム・シリコン合金層 53 a, 53 b からアル
ミニウムを選択拡散したものである。これにより
最大濃度約 2×10^{18} atoms/cm³ の p n 接合分
離用の選択拡散領域 54 a, 54 b と、拡散深さ
4.0 μm の拡散領域 55 a, 55 b と、島状領域
51 A とが同時に形成できる。第 6 e 図は、シリ
コン基体の主表面をエッチング後、酸化、フォト
リソグラフィ、リン拡散して n 型拡散領域 56 を
形成し、p n 四層構造を形成したものである。
57 a, 57 b はシリコン酸化膜を示す。この時

本発明の実施例においては、アルミニウム層の
パターンは真空蒸着法とフォトリソグラフィによ
って形成したが、これに限らずスパッタリング法、
CVD 法、イオンプレーティング等を用いても良
いことは明らかである。またアルミニウムを主体
とする合金の成分としては、シリコン以外にゲル
マニウムやスズ等の材料を用い、拡散濃度や拡散
深さをコントロールすることも可能である。更に
他のドーパント例えばボロン、ガリウム又はリン
等を添加することにより、これらのドーパントは
拡散速度は遅いが拡散濃度は大きいことを利用し
て二段階の拡散プロファイルを一度に形成すること
もできる。

本発明によれば、簡単な工程でシリコン中にアル
ミニウムを精度よく選択拡散することができ、
深い拡散層の形成が極めて短時間で実施でき、工
業的価値は非常に大である。

図面の簡単な説明

第 1 a ~ 第 1 d 図は、本発明の一実施例による
アルミニウム選択拡散工程を示すシリコン基体の

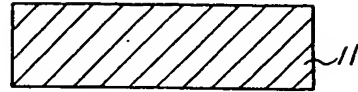
断面図、第2a及び第2b図は、アルミニウム選択拡散処理を受けたシリコン基体の上面を示す顕微鏡写真、第3a～第3c図は、アルミニウム選択拡散処理を受けたシリコン基体の5°研磨面を示す顕微鏡写真、第4図は、アルミニウム蒸着層厚さとアルミニウム拡散深さとの関係を示すグラフ、第5図は、アルミニウム蒸着層厚さとアルミニウム拡散層の最大濃度との関係を示すグラフ、第6a～第6f図は、本発明の他の実施例によるサイリスタ製造工程を示すシリコン基体の断面図である。

11, 51…シリコン基体; 12, 52a, 52b…アルミニウム層; 53a, 53b…アルミニウム・シリコン合金層; 13, 54a, 54b, 55a, 55b…アルミニウム拡散領域。

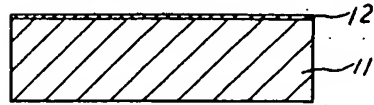
代理人 弁理士 原田 肇



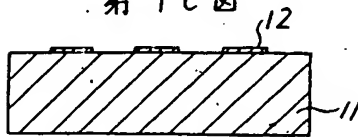
第1a図



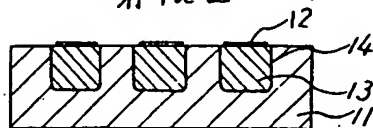
第1b図



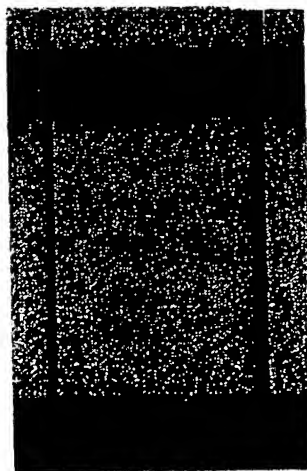
第1c図



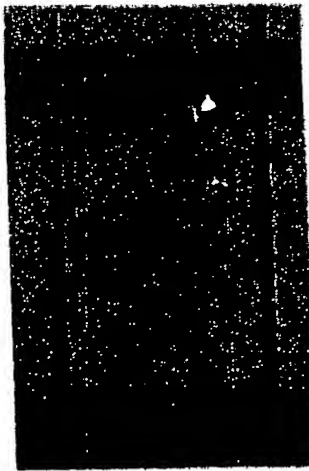
第1d図



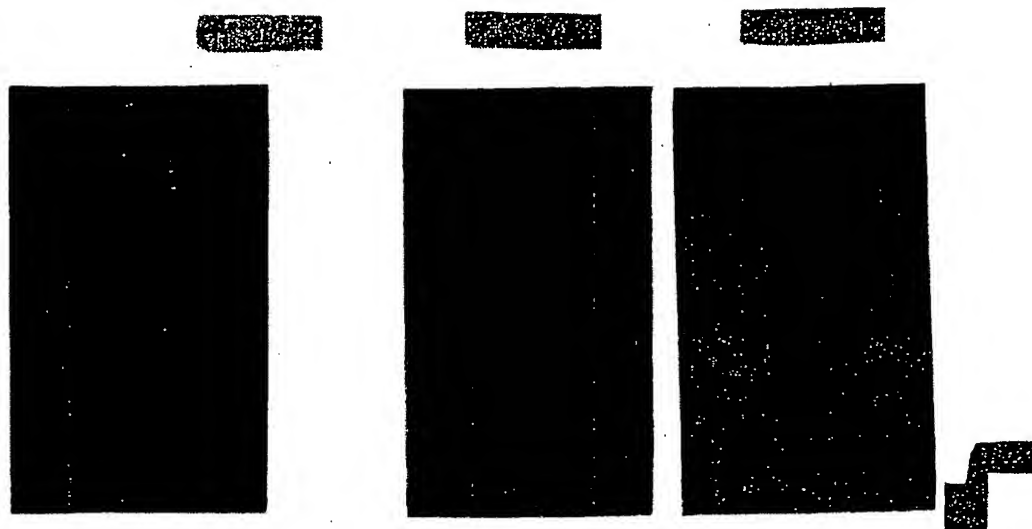
第2a図



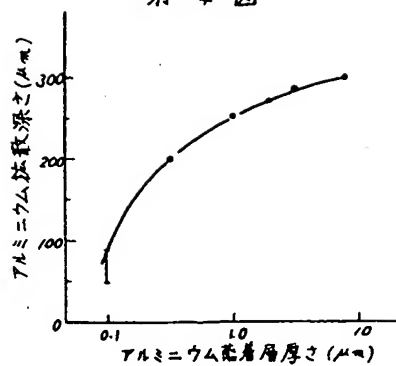
第2b図



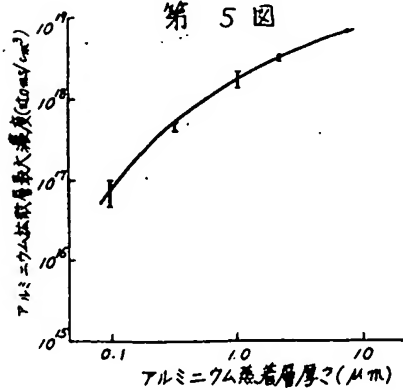
100μ



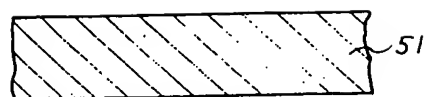
第 4 図



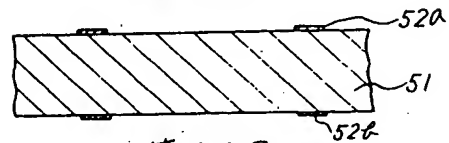
第 5 図



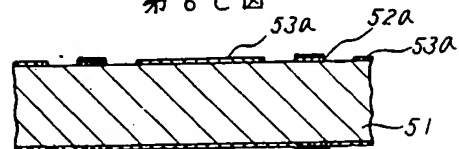
第 6 a 図



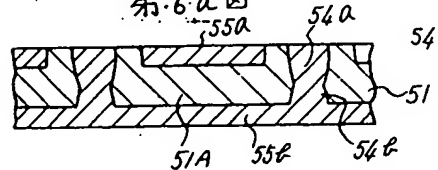
第 6 b 図



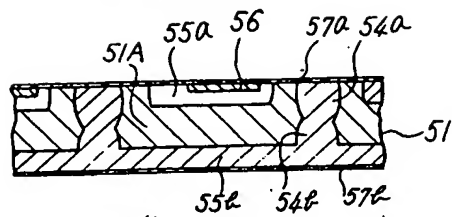
第 6 c 図



第 6 d 図



第 6 c 図



第 6 d 図

